

02P 2014 6

19) **SUNDESREPUBLIK**
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12) **Patentschrift**
11) **DE 31 10339 C2**

51) Int. Cl. 3:
H02K 15/02
H 02 K 1/16

21) Aktenzeichen: P 31 10 339.1-32
22) Anmeldetag: 17. 3. 81
43) Offenlegungstag: 30. 9. 82
45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 9. 84

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73) **Patentinhaber:**
Thyssen Industrie AG, 4300 Essen, DE

72) **Erfinder:**
Raschbichler, Hans-Georg, 8012 Ottobrunn, DE

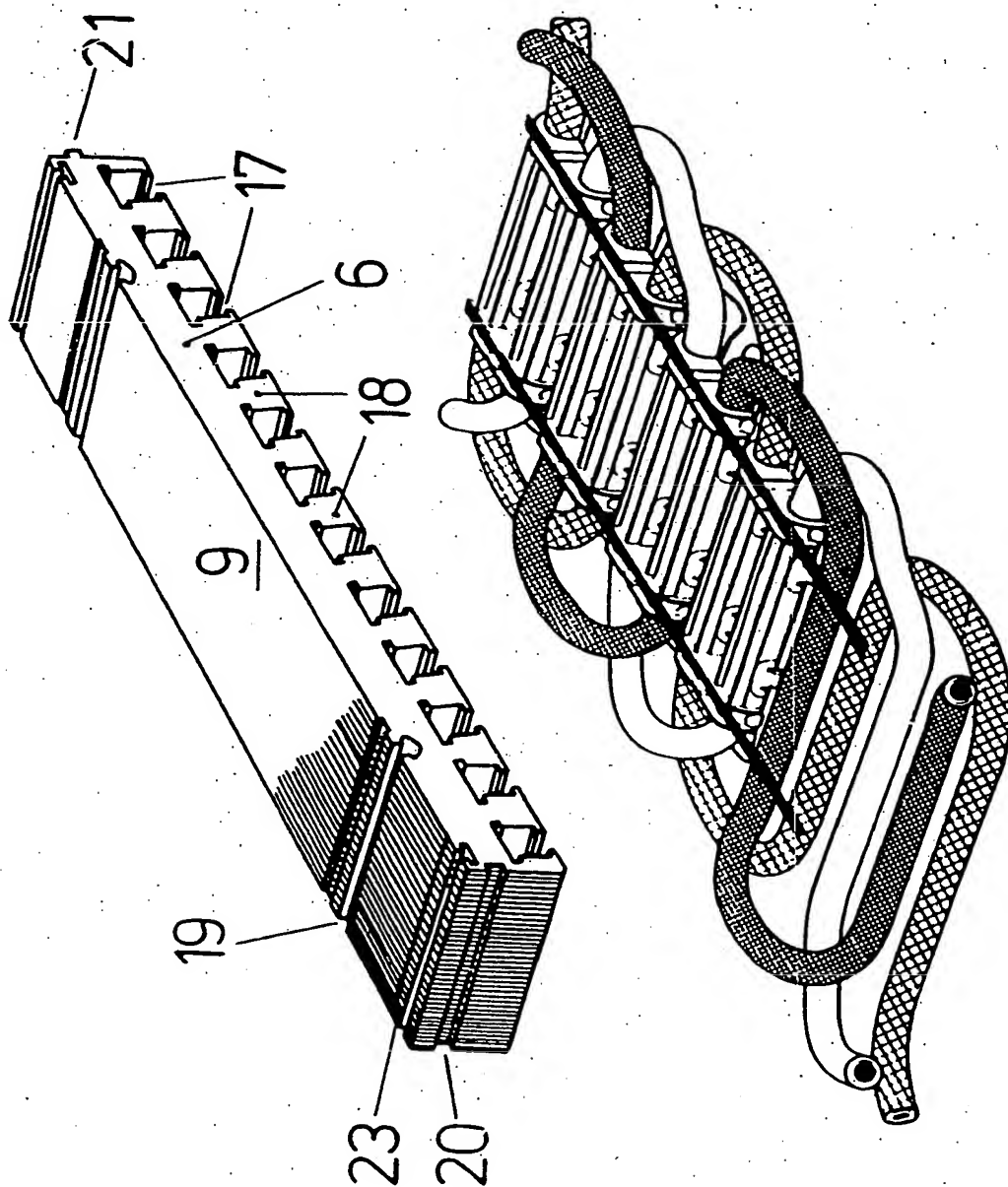
55) **Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene**
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-AS 23 16 679
DE-OS 24 62 028
DE-OS 23 17 323

54) **Verfahren zum Herstellen eines Blechpakets für einen Langstator-Linearmotor**

DE 31 10339 C2

DE 31 10339 C2



Patentansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen eines Blechpakets für einen Langstator-Linearmotor, dadurch gekennzeichnet, daß ein von einer Trommel abgewickelter, beidseitig mit einem duroplastischen Kleber beschichteter dünner Elektroblechstreifen mittels einer Vorschubeinrichtung einer Stanze zugeführt wird, danach aus dem Elektroblech Lamellen ausgestanzt und diese anschließend in einem Magazin geschichtet und miteinander zu einem Paket verklebt werden, daß danach das lamellierte Blechpaket zunächst durch hintereinander angeordnete, verschiedene thermische Behandlungszonen gefördert und anschließend einer Einrichtung zum Überziehen des Blechpakets mit einem Korrosionsschutz zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das lamellierte Blechpaket in den thermischen Behandlungszonen durch Erwärmen in einem Durchlaufofen oder mittels induktiver Erwärmung ausgehärtet und anschließend abgekühlt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Korrosionsschutzüberzug eine aushärtbare Epoxidharzverbindung mittels eines elektrostatischen Lackierverfahrens auf das Blechpaket aufgebracht wird und die im Blechpaket vorhandene Restwärme aus dem Aushärtprozeß zum Aushärten des Korrosionsschutzüberzugs mit herangezogen wird.

4. Nach dem Verfahren der Ansprüche 1 bis 3 hergestelltes lamellierte Blechpaket für einen Langstatorantrieb bei Magnetschwebfahrzeugen, welches auf einer Längsseite Nuten für die Aufnahme einer Kabelwicklung und auf der anderen Längsseite Ausnehmungen zum Befestigen am Fahrwegträger aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Blechpaket (9) an seiner einen Stirnseite eine Aussparung (20) und an seiner gegenüberliegenden Stirnseite eine dieser Aussparung entsprechende Verlängerung (21) zum formschlüssigen Aneinanderreihen der Blechpakete aufweist, ferner an den Köpfen seiner beiden Endzähne (18' und 18'') zur zugehörigen Stirnseite hin abgeschrägt ist, wobei jeder Endzahn (18', 18'') die halbe Breite eines benachbarten Zahns (18) besitzt, und an seiner mit den Befestigungsausnehmungen (19) versehenen Längsseite mit weiteren Ausschnitten (23, 23' bzw. 24, 24') versehen ist, die entweder auf seine Genauigkeitsanforderungen einwirkbar oder für die Aufnahme von Verbindungselementen zum angrenzenden Blechpaket ausgebildet sind.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Blechpakets für einen Langstator-Linearmotor sowie ein nach diesem Verfahren hergestelltes Blechpaket.

Bei Magnetbahnen mit Langstator-Linearmotoren ist im Gegensatz zu den üblichen Linearmotoren, bei denen sich der Motor im Fahrzeug befindet und dadurch eine begrenzte endliche Länge besitzt, der aktive Motorteil (Primärteil) als Blechpakete mit dreiphasiger Kabelwicklung im Fahrweg installiert. Die Blechpakete sind hierbei als Statorteil entlang des Fahrwegträgers

beidseitig angeordnet und müssen mehrere Aufgaben bzw. Funktionen übernehmen. Dies bedeutet, daß ein erheblicher Anteil der Fahrweginvestitionen für derartige Magnetbahnen von der Ausbildung und dem Kosten der Blechpakete abhängt.

Die verschiedenen, beim Langstatorantrieb eines Magnetschwebfahrzeuges vom Blechpaket zu übernehmenden Funktionen können gleichzeitig oder getrennt auftreten. So wird das Blechpaket zur magnetischen Flußführung für den Langstator-Linearmotor, für das magnetische Tragen des Fahrzeugs und als mechanische Notgleitfläche für die Tragmagnete bei bestimmten Ausfallsituationen herangezogen. Gleichzeitig dient das Blechpaket als magnetische Ankerschiene für die Tragmagnete.

Ein Blechpaket als Stator zum Antrieb von Fahrzeugen läßt sich beispielsweise der DE-OS 24 62 029 entnehmen. Zum Herstellen dieses Blechpakets sind die sich lose berührenden, gegeneinander unkontrolliert verschiebbaren Blechlamellen genau auszurichten, damit die ausgestanzten Durchgangslöcher für die Verbindungsschrauben fluchten. Falls eine zusätzliche Verklebung vorgenommen wurde, erfordert das Freihalten der Durchgangslöcher im Blechpaket vom Kleber großen fertigungstechnischen Aufwand. Meist ist ein nachträgliches Freimachen der Durchgangslöcher vom Kleber vor dem Einführen der Verbindungsschrauben notwendig. Danach können in einem gesonderten Arbeitsgang die Verbindungsschrauben erst in die Durchgangslöcher eingesteckt und die Blechlamellen mittels dieser Schrauben gegeneinander zu einem Paket verspannt werden.

Nachteilig bei dieser bekannten Ausführung sind der hohe Arbeitsaufwand an den einzelnen Bearbeitungsstationen und die sich dadurch ergebende Verminderung der Produktionsgeschwindigkeit bzw. Einschränkung der Automatisierbarkeit des Herstellungsprozesses. Außerdem entstehen verhältnismäßig hohe Kosten infolge der großen Anzahl von Verbindungsschrauben, die wegen der notwendigen Vermeidung von Kurzschlüssen zwischen den Lamellen zudem gegenüber diesen durchgehend isoliert sein müssen. Weiterhin ergeben sich wesentliche Schwierigkeiten bei diesem Blechpaket bei Anwendung höherer Betriebsfrequenzen des Langstator-Motors (bis 250 Hz), die für ein Hochgeschwindigkeits-Magnetbahnsystem unbedingte Voraussetzung sind.

Die die Blechlamellen gegeneinander verspannenden, sich in der flußführenden Zone befindenden Verbindungsschrauben verursachen hierbei nicht unwesentliche Verluste im Wirkungsgrad des Langstator-Motors. Außerdem ist die magnetische Flußführung für die Tragfunktion des Magnetschwebfahrzeuges dadurch gestört. Hinzu kommt, daß durch den endlichen Abstand der Schraubverbindungen über die Blechpaketlänge nur annähernd punktförmig wirkende Verspannungskräfte erzeugt werden, die die notwendigen mechanischen Festigkeitseigenschaften, z. B. beim Notführen eines Tragmagneten, nicht gewährleisten.

Ferner bilden sich durch diese punktförmige Verspannung zwischen den einzelnen Lamellen Spalte, die über Kapillarwirkung Feuchtigkeit oder andere Medien aufnehmen und zur Korrosion im Inneren des Blechpakets und der Verbindungsschrauben führen.

Weitere Nachteile bestehen bei entlang des Fahrwegträgers angeordneten Blechpaketen darin, daß an der Übergangsstelle von jeweils zwei aneinandergrenzenden Blechpaketen der vorgegebene Abstand der Nuten

für die Aufnahme der Kachelwicklungen nicht immer gewährleistet ist und Höhen- bzw. Seitendifferenzen entstehen können. Diese machen sich beim Passieren des Fahrzeugs nachteilig bemerkbar.

Da die mittels eines Stanzvorgangs ausgeschnittenen Blechlamellen einen Stanzgrat aufweisen und dieser beim Verspannen des Blechpakets mittels Schrauben partiell aufeinander zu liegen kommen kann, können bei Betrieb des Blechpakets durch elektromagnetische oder mechanische Kräfte und Vibrationen Setzungserscheinungen auftreten, die zu einem teilweisen oder vollständigen Vorspannverlust der Schraubbolzen führen. In diesem Fall ist das Blechpaket nicht mehr in der Lage, seine elektromagnetischen und mechanischen Funktionen zu erfüllen, d. h. die Lamellen verschieben sich unkontrolliert zueinander.

Aus der DE-AS 23 16 679 ist ein Asynchronlinearmotor mit einem ortsfesten Ständer und einem translatorisch bewegbaren geblechten Läufer bekannt, in dessen Nuten wenigstens eine Mehrphasenwicklung untergebracht ist. Dieser Motor kann für den Antrieb schienengebundener Fahrzeuge verwendet werden. Über das Herstellungsverfahren und die Ausbildung dieses geblechten Läufers ist in dieser älteren Veröffentlichung nichts ausgesagt.

In der DE-OS 23 17 323 ist ein Linearmotor mit Mehrfachsektorenanker beschrieben und dargestellt, bei dem einen Eisenkern bildende gebündelte Drähte verwendet werden, die durch ein thermisch härtbares Harz zusammengefügt sind. Auch dieser Schrift sind weitere für die Herstellung und Ausbildung eines lamellierten Blechpakets erforderliche Maßnahmen nicht zu entnehmen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen eines Blechpakets für einen Langstator-Linearmotor und ein solches Blechpaket für einen Langstatorantrieb bei Magnetschwebfahrzeugen zu schaffen, welches jederzeit die elektrischen, magnetischen und mechanischen Funktionen der Langstator-Magnetfeldtechnik ermöglicht. Außerdem soll aufgrund der notwendigen wirtschaftlichen Herstellung eine hohe Produktionsgeschwindigkeit und vollständige Automation erreicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 aufgeführten Verfahrensmerkmale gelöst.

Weitere Verfahrensmerkmale zum Durchführen der erfindungsgemäßen kontinuierlichen Herstellung sind in den Patentansprüchen 2 und 3 enthalten.

Ein im Rahmen der Erfindung nach diesem Verfahren hergestelltes Blechpaket ist für einen Langstatorantrieb bei Magnetschwebfahrzeugen, entsprechend den Merkmalen im Patentanspruch 4 ausgebildet.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus dem im folgenden näher beschriebenen und in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel. Es zeigt

Fig. 1 das erfindungsgemäße lamellierte Blechpaket mit mäanderförmiger dreiphasiger Kabelwicklung in einer perspektivischen Explosionsdarstellung;

Fig. 2 eine Blechlamelle in Draufsicht;

Fig. 3 einen Endabschnitt einer Blechlamelle im größeren Maßstab mit aufgetragenem, vorgehärteten Reaktionskleber;

Fig. 4 mehrere aneinandergereihte Blechpakete;

Fig. 5 einen Ausschnitt eines Querschnitts vom lamellierten, verklebten Blechpaket mit einem Korrosionsschutzüberzug im größeren Maßstab;

Fig. 6 eine Fertigungsanlage zum kontinuierlichen Herstellen des Blechpakets.

Bei der als Ausführungsbeispiel dargestellten Fertigungsanlage wird von einer Trommel 1 ein aufgewickelter dünner Elektroblechstreifen 2 mittels einer Richt- und Vorschubeinrichtung 3 automatisch einer Stanze 4 zugeführt.

Der aus siliziiertem Elektroblech bestehende Streifen 2 weist eine Dicke von zwischen 0,35 bis 1,00 mm auf und ist beidseitig mit einem vorgehärteten duroplastischen Kleber 5, 5' beschichtet. Die Breite des Blechstreifens entspricht in etwa der Länge des zu fertigenden Blechpakets.

In der Stanze 4 werden aus dem Blechstreifen Lamellen 6 ausgeschnitten. Diese fallen in ein unterhalb der Schnittebene angeordnetes Magazin 7, in dem sie entweder gezählt oder gewogen und ausgerichtet zu einem Paket 9 gestapelt werden. Zum Ausstanzen der Blechlamellen kann ein Verbundwerkzeug 8 dienen. In diesem werden sowohl der Elektroblechstreifen weitertransportiert als auch im Folgeschrittverfahren die Lamellen durch eine besonders abfallarme Stanzform mit verschachteltem Schnitt ausgestanzt. Dieses aus z. B. 360 aufeinandergestapelten Lamellen 6 bestehende Blechpaket wird mittels eines Förderers 10 zuerst durch eine Aushärzzone 11 und anschließend durch eine Abkühlzone 12 transportiert. Durch Erwärmen auf ca. 230°C werden die einzelnen, mit dem vorgehärteten Kleber beschichteten Lamellen unter Druck im Magazin 7 zu einem Blechpaket 9 verklebt. Am Ende des Förderers 10 und nach der Abkühlzone 12 wird das lamellierte, verklebte Blechpaket mittels einer Entnahmevorrichtung 13 (nicht ausführlich dargestellt) aus dem Magazin 7 genommen, in eine andere Bearbeitungslage geschwenkt und auf einem weiteren Förderer 14 abgelegt. Das auf diesem Förderer 14 befindliche Blechpaket wird einer Einrichtung 15 zugeführt, in der das gesamte Blechpaket mittels eines z. B. elektrostatischen Verfahrens mit einem Korrosionsschutzüberzug 16 aus aushärtbarem Epoxidharz versehen wird. Die noch im Blechpaket vorhandene Restwärme von ca. 100°C wird hierbei zum Aushärten des Epoxidharzüberszugs verwendet. Das Verfahren nach der Erfindung kommt somit mit einem einzigen Aushärtevorgang aus.

Die für die mechanische Funktion des Blechpaketes erforderliche hohe Festigkeit der Lamellenverbindungen mit dem Kleber wird durch das kurzzeitige Aufheizen in der Aushärzzone 11 erreicht. Durch die Verwendung eines bereits vorgehärteten Klebers ist für den Verbindungsvorgang der Lamellen ein nur geringer Energiebedarf notwendig. Außerdem werden kurze Aushärzezeiten erreicht und ein Gleichlauf mit dem Stanz- bzw. Paketiervorgang erzielt, so daß für diese Arbeitsgänge keine zusätzlichen Fertigungszeiten notwendig sind.

Durch die spezielle Beschichtung des Elektrobleches mit dem Reaktionskleber vor dem Stanzvorgang läßt sich der zusätzliche Vorteil einer höheren Standzeit der Schnittwerkzeuge erzielen. (»Schmiereigenschaft« des Klebers).

Weitere Vorteile ergeben sich durch den beim Ausstanzen der Blechlamellen angewendeten verschachtelten Schnitt, bei dem die ausgeschnittenen Profile für die Nuten einer Lamelle gleich die Zähne der angrenzenden Lamelle sind und umgekehrt. Durch diese Verschachtelung entsteht ein Minimum an Blechabfall, wodurch wiederum eine wesentliche Kostenreduzierung erzielt wird.

Jede so hergestellte, streifenförmige Blechlamelle 6

zum Aufbau des Blechpakets 9 besitzt auf einer Längs-
 seite Nuten 17 für Kabelwicklungen und Zähne 18, die in
 wechselnder Folge und gleichem Abstand zueinander
 angeordnet sind, und auf der gegenüberliegenden Seite
 Ausnehmungen 19 zum Befestigen am Fahrwegträger. 5
 Außerdem ist die Blechlamelle 6 an beiden Enden ihrer
 Schmalseite für ein formschlüssiges Aneinanderreihen
 entsprechend ausgebildet, wobei ein Ende mit einer
 Aussparung 20 und das andere Ende mit einer dieser
 Aussparung entsprechenden Verlängerung 21 versehen 10
 ist. Durch diese spezielle Ausbildung sind die Stirnseiten
 jedes lamellierten Blechpakets entweder mit einer Nut
 oder Feder versehen, die eine formschlüssige Verklammerung
 der im Fahrweg ausgelegten einzelnen lamellierten
 Blechpakete ermöglichen und gleichzeitig eine 15
 Kraftverteilung bei einem etwaigen Anfahren des Tragma-
 gneten von einem Statorpaket auf das andere bewir-
 ken.

Durch das flächige Verkleben der Blechlamellen mit-
 einander wird eine elektromagnetisch ungünstige Be- 20
 rührung der Stanzgrate durch den am Lamellenrand
 austretenden Kleber verhindert. Ferner kann es auch
 bei mechanischen Kräften oder Vibrationen keine Set-
 zungserscheinungen im lamellierten Blechpaket geben.

Damit an den Übergangsstellen von zwei aneinander- 25
 gereihten lamellierten Blechpaketen 9 und 9' bzw. 9''
 keine Betriebsstörungen auftreten können und der Nut-
 abstand gewährleistet ist, sind die Endzähne 18' und 18''
 jeder Lamelle 6 und somit von jedem Blechpaket beson-
 ders ausgebildet. Die Besonderheit besteht darin, daß 30
 jeder Endzahn 18', 18'' nur halb so breit ist wie die
 angrenzenden Zähne 18 und an seinem freien Ende
 schräg geschnitten ist, derart, daß die Schnittlinie 22 von
 der Nut 17 zum Ende der Schmalseite der Lamelle und 35
 somit zur Stirnseite des lamellierten Blechpakets hin
 geneigt verläuft. Durch diese Abschrägung am Kopf der
 Endzähne 18' und 18'' wird ein Verhaken von Tragma-
 gnet und Langstator-Blechpaket beim mechanischen
 Nutführen verhindert. Die den Nuten 17 abgewandte 40
 Längsseite der Blechlamelle 6 bzw. des lamellierten
 Blechpakets 9 ist an ihren beiden Endabschnitten mit je
 einem Ausschnitt 23, 23' versehen, der vorzugsweise
 T-förmig ausgebildet ist und für die Aufnahme eines
 Verbindungselements zum angrenzenden lamellierten 45
 Blechpaket 9' bzw. 9'' dient. Außerdem befindet sich auf
 dieser Lamellenlängsseite, beispielsweise in der Nähe
 der Ausnehmungen 19, 19', wenigstens ein Ausschnitt
 24, 24', der zum Ausgleichen der beim Ausstanzen der
 Nuten 17 entstehenden Verformung »Bogigkeit« vorge- 50
 sehen ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

55

60

65

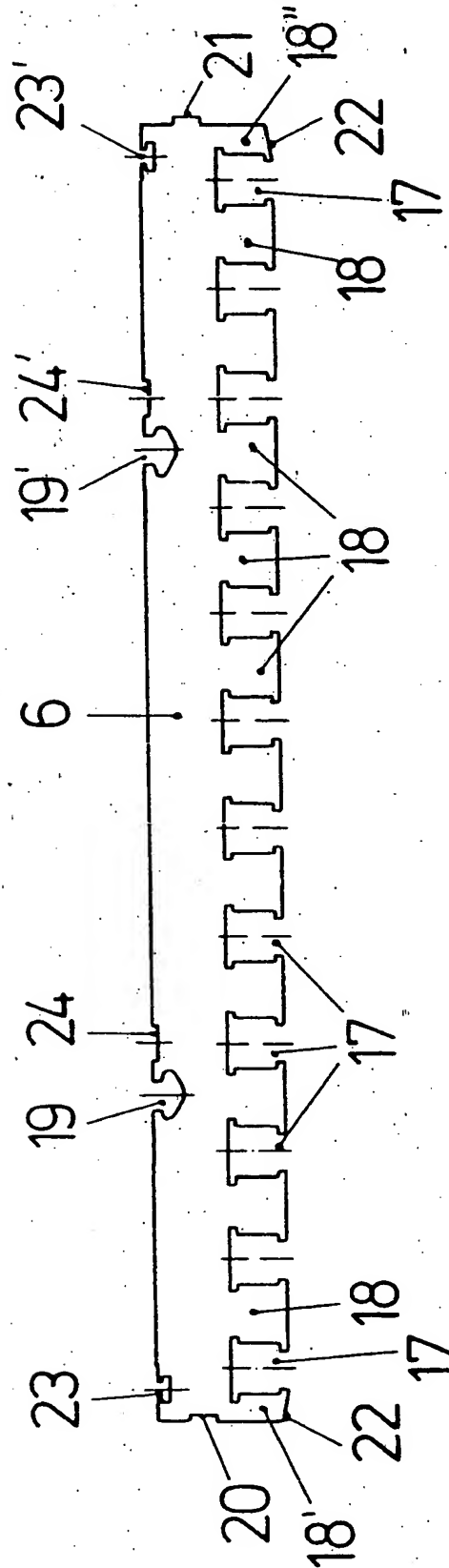
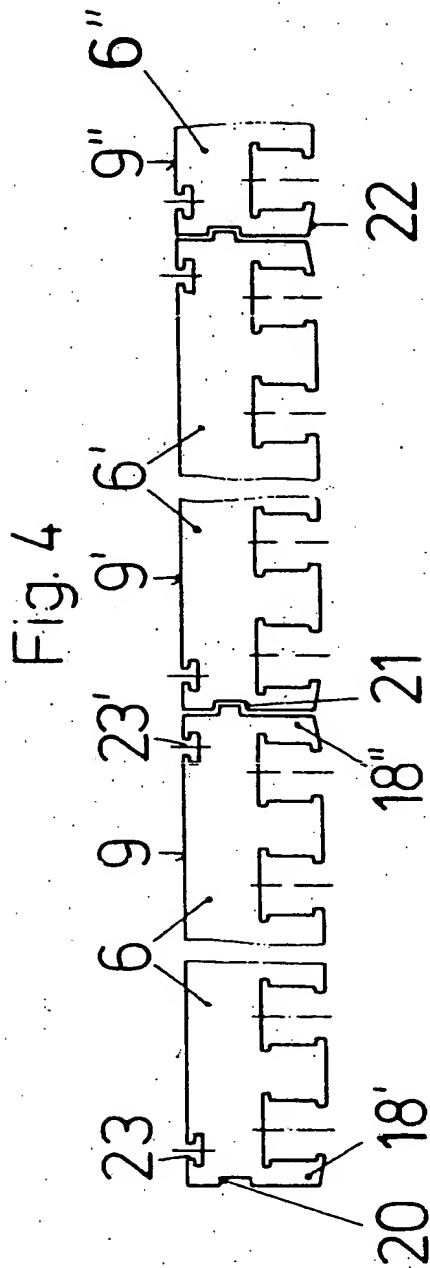


Fig. 5

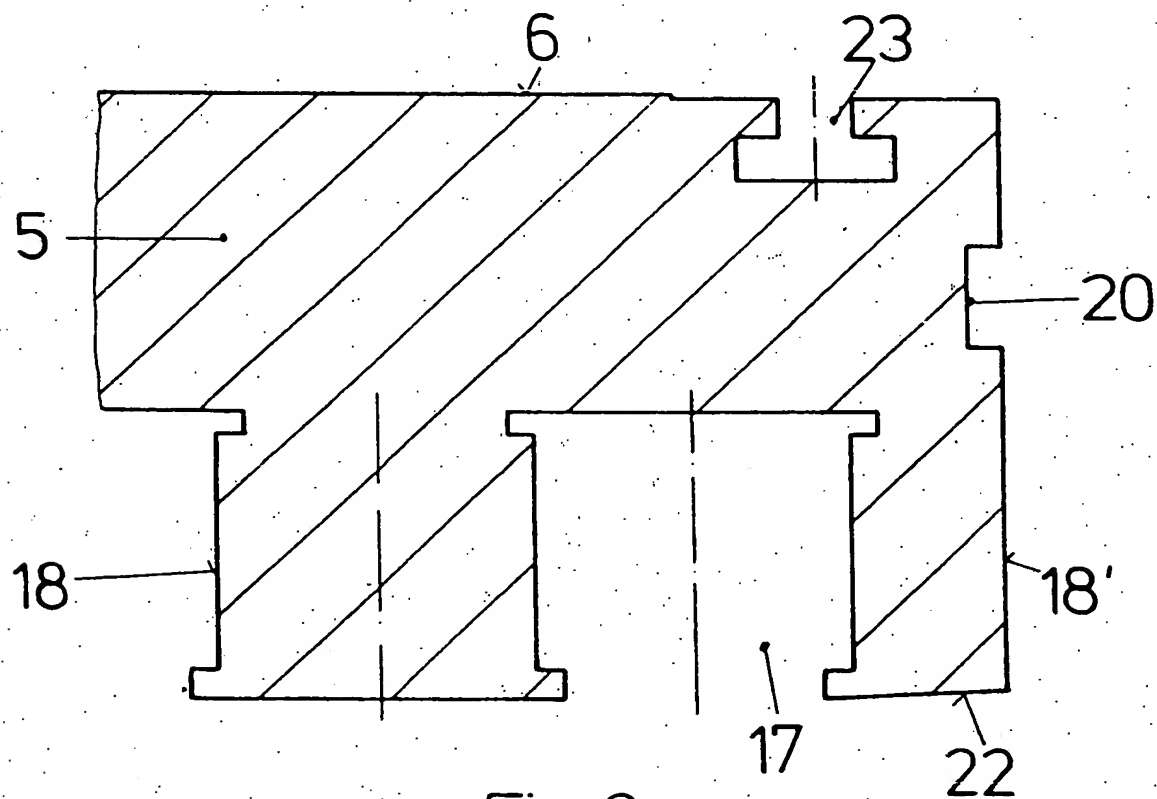
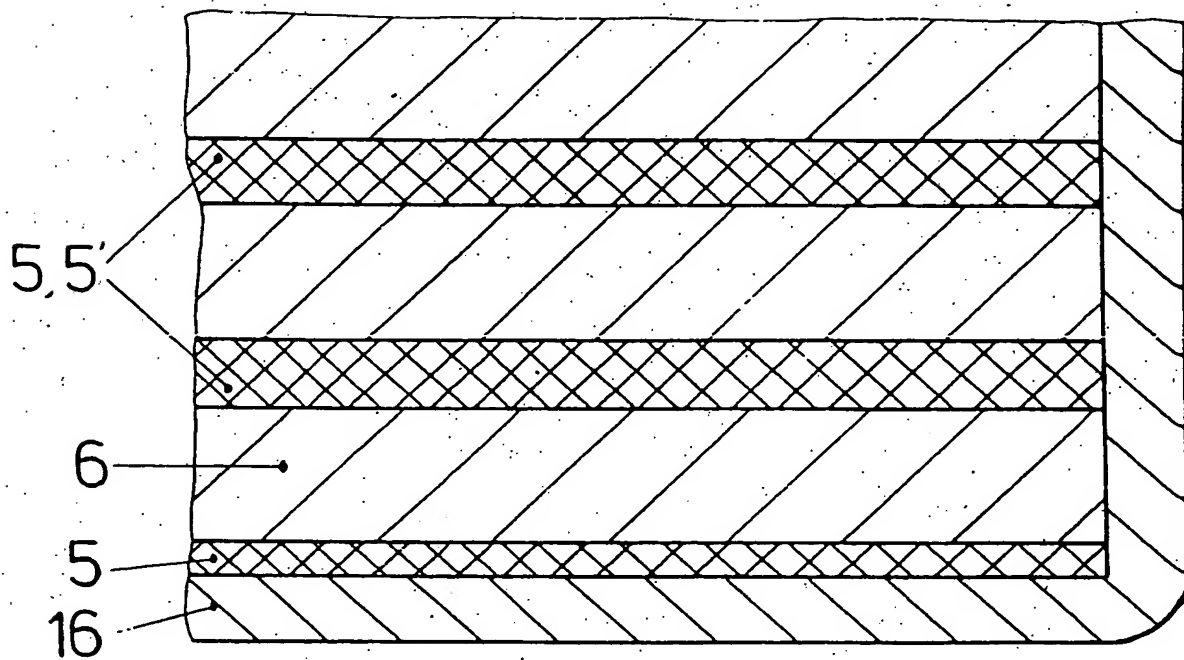


Fig. 3

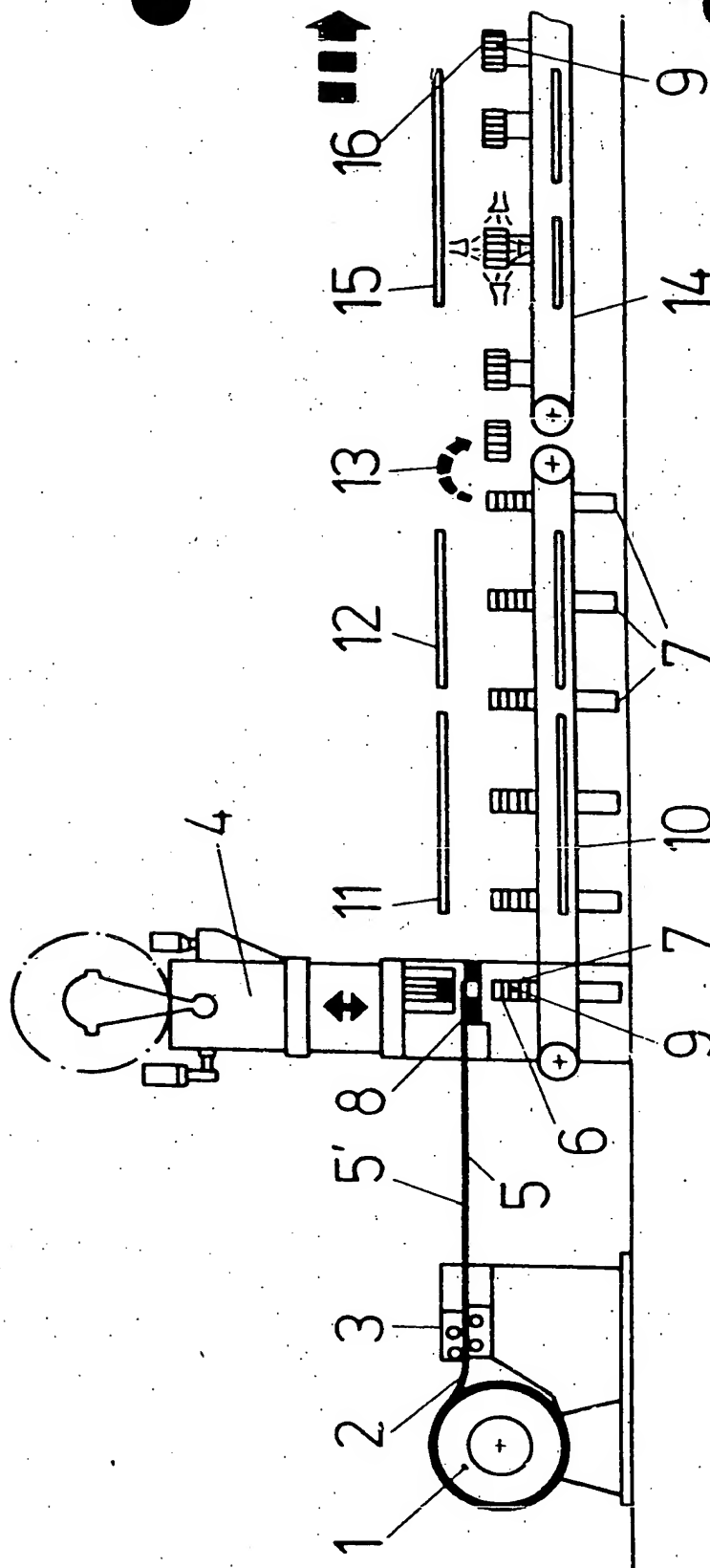


Fig. 6